

Ⅱ．ゼロエミッション

1. 2050年カーボンニュートラル

世界の平均気温は2017年時点で、工業化以前（1850～1900年）と比べ、既に約1℃上昇したことが示されており、このままの状況が続けば、更なる気温上昇が予測されている。

また、近年、国内外で様々な気象災害が発生しており、個々の気象災害と気候変動問題との関係を明らかにすることは容易ではないが、気候変動に伴い、今後、豪雨や猛暑のリスクが更に高まることが予想されている。日本においても、農林水産業、水資源、自然生態系、自然災害、健康、産

業・経済活動等への影響が出ると指摘されている。こうした状況は、もはや単なる「気候変動」ではなく、人類や全ての生き物にとっての生存基盤を揺るがす「気候危機」ともいわれている。

地球規模の課題である気候変動問題の解決に向けて、2015年にパリ協定が採択され、世界共通の長期目標として、「世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること（2℃目標）」、「今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡を達成すること」等を合意した。さらに、

120以上の国と地域が「2050年カーボンニュートラル」という目標を掲げ、将来の世代も安心して暮らせる、持続可能な経済社会をつくるため、脱炭素社会（カーボンニュートラル）の実現に向けて世界が取組を進めている。

日本では、2020年10月に行われた第203回臨時国会の所信表明演説において、菅義偉内閣総理大臣は「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言した。

「排出を全体としてゼロ」というのは、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの「排出量」から、森林などによる「吸収量」を差し引いて、合計を実質的にゼロにすることを意味しており、カーボンニュートラルの達成のためには、温室効果ガスの排出量の削減・吸収作用の保全及び強化が求められている。

(1) 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

1) 概要

2050年カーボンニュートラルの実現に向け、大胆な投資を行い、イノベーションを起こすといった民間企業の前向きな挑戦を、全力で応援することを政府の役割として、「経済と環境の好循環」を作っていく国の産業政策が、「グリーン成長戦略」である。

2050年カーボンニュートラルの実現には、温室効果ガス排出の8割以上を占めるエネルギー分野の取組が特に重要となる。グリーン成長戦略では、エネルギー政策及びエネルギー

ギー需給の予想から導き出された成長が期待される次の産業（14分野：洋上風力産業、燃料アンモニア産業、水素産業、原子力産業、自動車・蓄電池産業、半導体・情報通信産業、船舶産業、物流・人流・土木インフラ産業、食料・農林水産業、航空機産業、カーボンリサイクル産業、住宅・建築物産業/次世代型太陽光産業、環境循環関連産業、ライフスタイル関連産業）において、高い目標を設定し、あらゆる政策（予算、税制、金融、規制改革・標準化、国際連携）を総動員するとしている。

2) 重要分野における実行計画

(A) 船舶産業

ゼロエミッションの達成に必須となるLNG（※）、水素、アンモニア等のガス燃料船等の開発に係る技術力を獲得するとともに、国際基準の整備を主導することにより、我が国造船・海運業の国際競争力の強化及び海上輸送のカーボンニュートラルに向けて取り組む。国際競争力強化により、2028年までにゼロエミッション船の商業運航を実現し、2030年には更なる普及を目指す。また、2050年において、船舶分野における水素・アンモニア等の代替燃料への転換を目指す。

① カーボンフリーな代替燃料への転換 ・現状と課題

一部企業等が自動車用等の水素燃料電池システムを転用した小型の水素燃料電池船やリチウムイオン電池を用いたバッテリー推進船

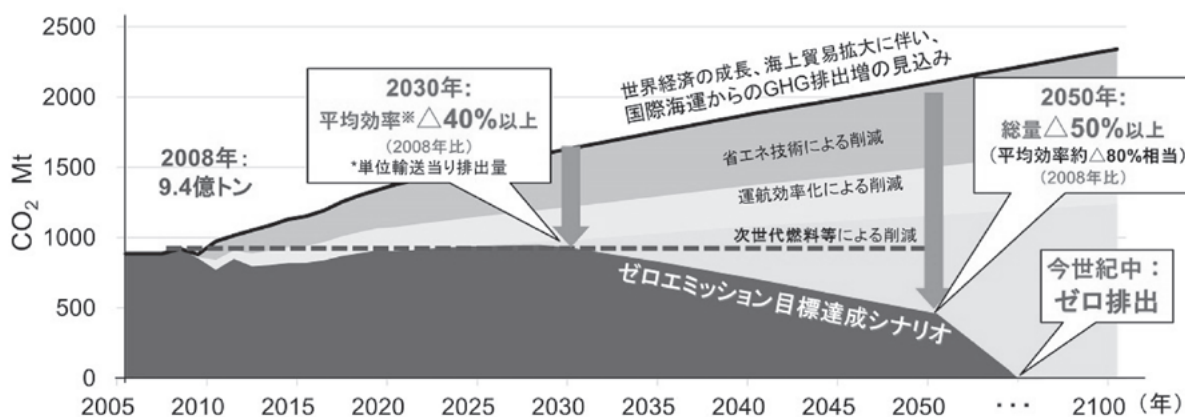


図 1. 国際海運分野からの GHG 排出削減目標

(出典：国土交通省 グリーン社会の実現に向けた国土交通分野における環境関連施策・プロジェクトについて)

の開発・実証に取り組んでいるが、水素燃料電池システムやバッテリー推進システムは出力・重量・サイズの制約上、近距離・小型船に用途が限定されている。

遠距離・大型船向けには高出力が必要だが、水素・アンモニアを直接燃焼できるエンジンが存在しない。

・今後の取組

近距離・小型船向けに水素燃料電池システムやバッテリー推進システムの普及を促進するとともに、遠距離・大型船向けに水素・アンモニア燃料エンジン及び付随する燃料タンク、燃料供給システム等の開発・実用化を推進する。

② LNG 燃料船の高効率化

・現状と課題

省エネ・省 CO₂ 排出等 LNG 燃料を使用するための国際海事機関（IMO）における国際ルールの整備は完了（国際ガス燃料船安全コード（IGF コード）が 2017 年 1 月に発効）。国内においても、先進船舶導入等計画の認定制度や内航船省エネルギー格付制度の運用により、省エネ・省 CO₂ 排出等 LNG 燃料船の普及を推進している。他方、ガス燃

料はエネルギー密度が低く、嵩張るため、燃料タンクが貨物スペース等を圧迫する等、課題も多い。

・今後の取組

スペース効率の高い革新的な燃料タンクや燃料供給システムの開発を進めるとともに、LNG 燃料を低速航行、風力推進システム等と組み合わせ CO₂ 排出削減率 86% を達成するとともに、カーボンリサイクルメタン活用による実質ゼロエミッション化を推進する。

③ 省エネ・省 CO₂ 排出船舶の導入・普及を促進する国際枠組の整備

・現状と課題

日本主導により、IMO における新造船に対する燃費性能規制（EEDI）の導入と同規制値の段階的な強化を実施しているが、既存船に対する CO₂ 排出規制の国際枠組が存在せず、環境性能の優れた新造船への代替が進んでいない。

・今後の取組

燃費規制等のルール作りに取り組み、性能が劣る船舶の新造代替を促進する。現在 IMO において、日本主導により、既存船の燃費性能規制（EEXI）及び燃費実績の格付

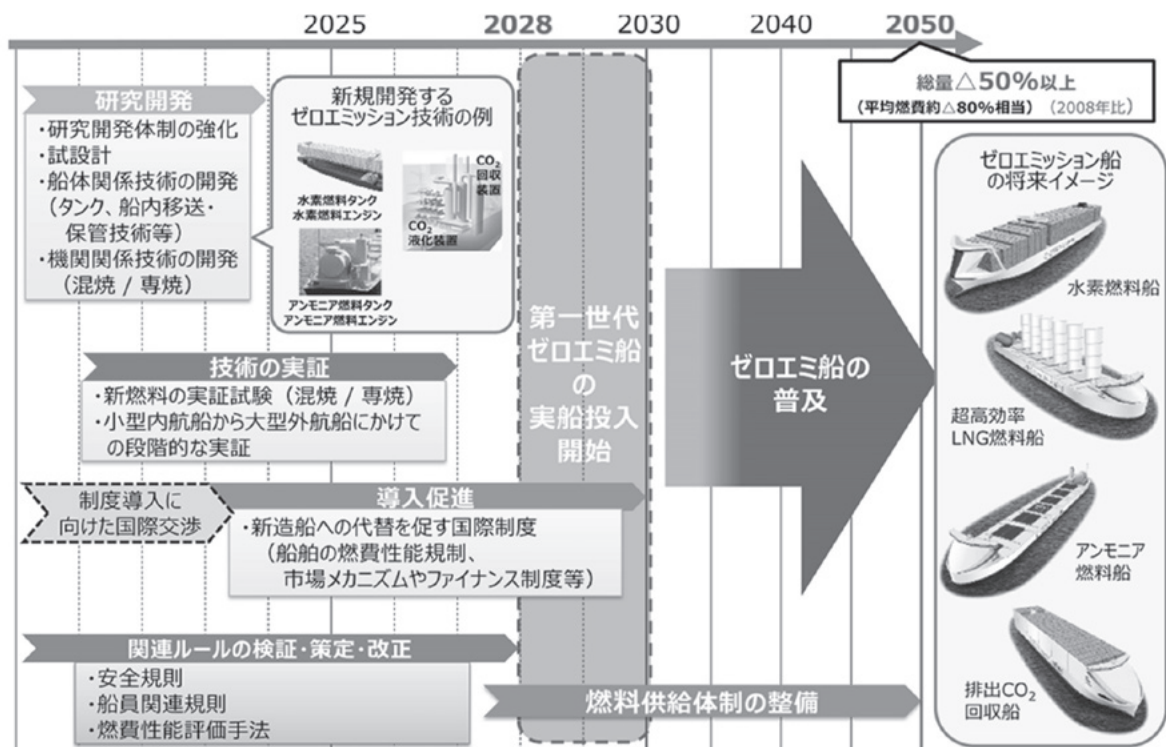


図 2. 国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ
(出典：国土交通省 グリーン社会の実現に向けた国土交通分野における環境関連施策・プロジェクトについて)

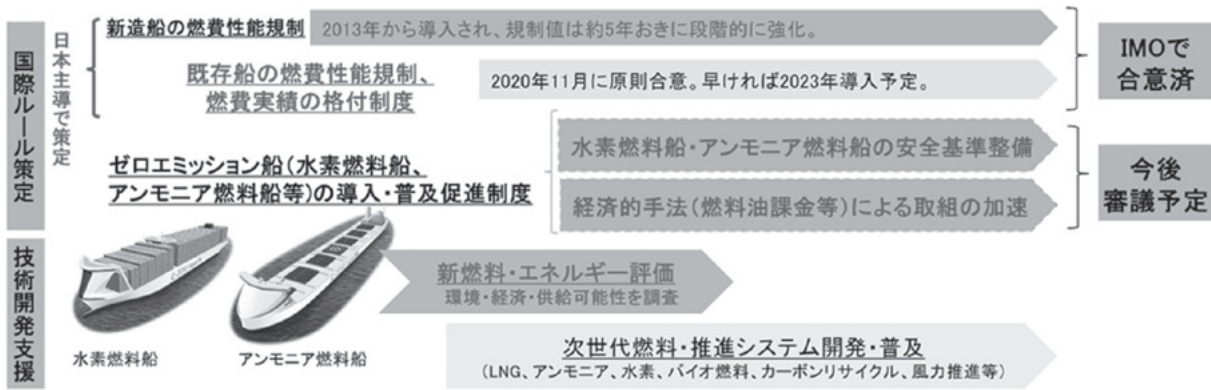


図3. ゼロエミッションに向けた我が国の取り組み
 (出典：国土交通省 グリーン社会の実現に向けた国土交通分野における環境関連施策・プロジェクトについて)

け制度を提案し、2020年11月に原則合意。燃費性能規制の早期実施により、既存船に新造船並みの燃費基準を義務付けるとともに、格付け制度により省エネ・省CO₂排出船舶への代替にインセンティブを付与する。

(B) 物流・人流・土木インフラ産業

全ての社会経済活動の基盤となる物流・人流システムと土木インフラは、国民の生活に不可欠なものであり、環境に配慮した交通ネットワーク等の構築・導入や、建設、維持管理、利活用の各フェーズにおける技術開発、社会実装を通じてカーボンニュートラルを目指す。

① カーボンニュートラルレポート (CNP) の形成

カーボンニュートラルを目指す上で不可欠な重要分野である水素は、発電、運輸、産業等幅広い分野における脱炭素化に貢献できるエネルギーであり、IEA (国際エネルギー機関) のレポート (2019年) では、多様なエネルギー課題を解決する水素の利用拡大のため、工業集積港を水素利用拡大の中核にすることが提言されている。

我が国の輸出入の99.6%を取り扱う物流拠点であり、かつ様々な企業が立地する産業拠点である国際港湾において、水素・アンモニア等の次世代エネルギーの大量輸入や貯蔵・利活用等、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化や臨海部産業の集積等を通じて温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする「カーボンニュートラルレポート

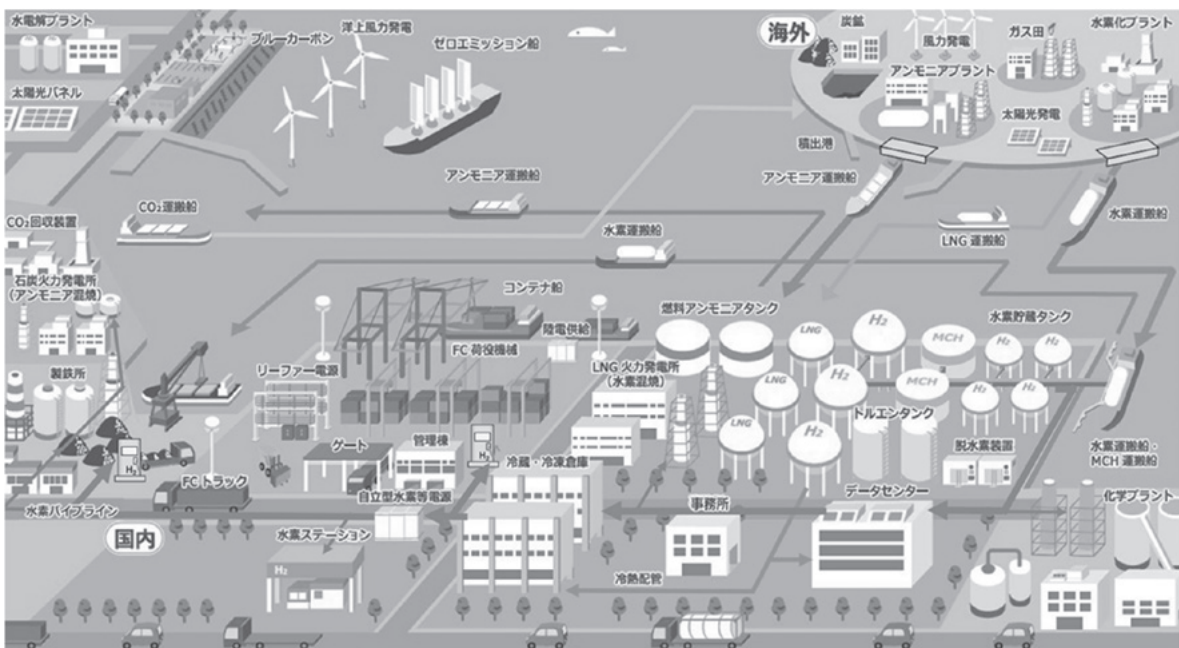


図4. カーボンニュートラルレポート (CNP) のイメージ
 (出展：国土交通省カーボンニュートラルレポート (CNP) の形成に向けた検討会 資料)

(CNP)」を形成し、2050年の港湾におけるカーボンニュートラル実現を目指す。

・現状と課題

我が国の二酸化炭素排出量の約6割を占める製油所・発電所等、鉄鋼、化学工業の各部門は主に港湾・臨海部に立地していることに加え、港湾においてはトレーラー等によるコンテナ貨物輸送やトラック等による横持輸送が大量に行われているなど、港湾・臨海部は、二酸化炭素排出量削減の余地が非常に大きい。また、港湾は、温室効果ガス排出削減の取組に不可欠な次世代エネルギーの輸入拠点となることから、港湾・臨海部は、次世代エネルギーの利活用（製造、輸送・貯蔵、利用）のポテンシャルが高い。一方、次世代エネルギーの利活用を図るためには、液化水素、メチルシクロヘキサン（MCH）、アンモニア等のキャリアによる安価で大量な調達が不可欠であるが、現状においては各キャリアの輸送手段や受入体制がまだ確立されていない。また、次世代エネルギーの輸送や利用については、それぞれの事業者が個々に検討、技術開発等を進めているが、まとまった需要と供給を生み出し、コストを縮減させる必要がある。加えて、次世代エネルギーを安価に大量輸入するためには、国内の環境整備のみならず、海外における資源の確保及び積出港の整備が必要である。

・今後の取組

CNPの形成に向けて、港運、倉庫、トラック、船社等の様々な企業が立地・利用する港湾において、次世代エネルギーの需要・供給事業者のマッチングの支援や港湾機能の高度化を通じて、脱炭素化の取組を全面的に実施する。まずは全国6地域（小名浜港、横浜港・川崎港、新潟港、名古屋港、神戸港、徳山下松港）で検討会を開催し、CNP形成のためのマニュアルを作成、マニュアルに基づいた各港湾での形成計画策定や計画に基づいた取組の実証・実装を推進することで、CNP形成を全国へ展開していく。具体的には、デジタル物流システムによる港湾ゲート前渋滞の緩和、港湾荷役機械等のFC化、水素・アンモニア・LNG等燃料船舶への燃料供給体制の整備、洋上風力で発電した電力の

活用、洋上風力余剰電力由来の水素等内航輸送ネットワークの構築、ブルーカーボン生態系の活用、港湾・臨海部に立地する事業者の脱炭素化促進等に取り組む。加えて、海外からの次世代エネルギーを安価に大量輸入するため、積出港の環境整備等について、企業による取組を支援する。

この分野では、他に「スマート交通の導入、自転車移動の導入促進」、「グリーン物流の推進、交通ネットワーク・拠点・輸送の効率化・低炭素化の推進」、「インフラ・都市空間等でのゼロエミッション化」、「建設施工におけるカーボンニュートラルの実現」の4つが取り上げられている。

(2) 所見・所感

「船に乗り海で学ぶ」独立行政法人海技教育機構にあって、航海訓練を担う練習船では、海技者（船舶職員）が船に乗り組む限り、船舶職員に求められる資質（「旺盛な精神力と体力」、「優れた指導性と行動習慣」）を体得させることには変わりはありません。一方、「船舶運航に関する知識・技能」については、その時点で船舶職員に求められる「知識・技能」を航海訓練に取り入れるとともに、将来導入される技術について積極的に調査し、航海訓練に反映すべく、カリキュラムの策定や設備の導入を進めていくこととなります。カーボンニュートラル実現のため今後導入される技術全てを、練習船の限られたスペースに搭載することは困難でしょう。練習船で習得させるべき技能とそれに必要な設備を峻別し、陸上施設とのすみ分けを行うことも検討することになると思います。

カーボンニュートラル実現のために導入される次世代燃料として、LNG、アンモニア、水素が上げられています。これらの燃料の船舶への搭載、保管、動力への変換（燃料の供給システム、燃焼技術、排ガスからの温室効果物質の除去）を考えた場合、これらの燃料が持つ特性（物性）を理解する必要があります。また、動力への変換は、軽油等の既存燃料油との混燃、次世代燃料単独での燃焼、燃料電池の導入と変化していくでしょう。燃料電池や蓄電・放電装置等の電気システムの比重が増すものと思われます。

(参考資料)

- 環境省ホームページ・脱炭素ポータル
- 経済産業省ホームページ・グリーン成長戦略
- 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（経済産業省など）
- 国土交通省ホームページ・海事、港湾
- 2050年カーボンニュートラルに向けた国土交通省の取組について（国土交通省）
- グリーン社会の実現に向けた国土交通分野における環境関連施策・プロジェクトについて（検討イメージ例：港湾・海事分野）（国土交通省）
- カーボンニュートラルレポート（CNP）の形成に向けた検討会資料（国土交通省・港湾局）
- 「次世代船舶の開発」プロジェクトの研究開発・社会実装計画（案）について（国土交通省・海事局 海洋・環境政策課）

(井上 尚則)

2. 国際海運における化石燃料に代わる船舶燃料（ゼロエミッション達成に向けて）

(1) はじめに

2021年8月9日、国際連合の気象変動に関する政府間パネル（IPCC）は産業革命前と比べた世界の気温上昇が2021～2040年に1.5度に達するとの予測を公表した。2018年の報告書より10

年ほど早くなる。併せて、人間活動の温暖化への影響は「疑う余地はない」と断定した。結果として、自然災害を増やす温暖化を抑えるには二酸化炭素の排出を実質ゼロにする必要があると指摘した。

IEAの2020年調査によると国際海運からのCO₂排出量は世界全体の2.1%で、これはドイツ1国分に匹敵する。また何もしなければ世界成長に合わせて海上輸送も増えるので2050年までに約7%まで増加する。

一方、国際海運の地球温暖化対策は、国連気候変動枠組条約のもと、通常国別対策を国連で議論されるが、海運会社は運航国と船籍国が異なることも多く国別対応が馴染まない等特殊性を踏まえIMO内で一括議論することとなっている。

2018年4月にIMO MEPC72で採択されたGHG削減戦略は、国際海運が目指す削減目標とビジョンが掲げられ、短期・中期・長期の各時間軸で今後の検討対象となる削減対策が掲げられ、義務要件として削減対策は船籍の区別なく適用される。

同IMOの戦略に対し、地球温暖化対策へ貢献する為（本戦略を達成する為）「国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト」が海運・造船・船用工業の海事関係団体・機関が一堂に会し定期的に会合し産学官公それぞれの知見を集約し、国



表-1 IMO MEPC72 (2018年4月) 合意 GHG 削減戦略 (出典: 国土交通省 HP)

際提案・国際交渉を行うことで、新たな国際枠組の構築を主導するとともに、我が国海事産業の強みである省エネ・環境技術をさらに伸ばす為に設立され、その成果が2020年3月に発表されたので、概要を紹介し、その後の推移及び現状での問題点を指摘報告する。

(2) 国際海運の IMO での合意内容について

IMO MEPC72 (2018年4月) 合意 GHG 削減戦略は表-1の通りである。

概要は、2008年を基準年とし2030年までに平均燃費を40%改善し2050年までに70%削減を追求し GHG 排出量を50%削減し、今世紀中も可能な限り早期に排出をゼロとすること及び合意時期を短期的対策(2023年)、中期的対策(2030年)長期的対策(2030年以降)に定め、2023年春に戦略的改定等定期的にレビューを5年ごとに実施する事である。

(3) 「国際海運 GHG ゼロエミッションプロジェクト」報告内容

1) 国際海運からの CO₂ 排出予測

2008年以降 CO₂ 排出削減対策が行われず海上輸送形態、設計技術、燃料等が現状維持され平均燃費に変化がないと仮定した場合、(BAU) の将来の CO₂ の排出を予測した結果は表-2の通り。

2) 予測より検討課題

上記予想より IMO MEPC72 の中・長期削減戦略を達成する為には、以下が重要。

- ・外航船の寿命を20年に仮定すると、2030年頃から、80%以上の効率改善を実現する船舶の投入(新造船又はレトロ

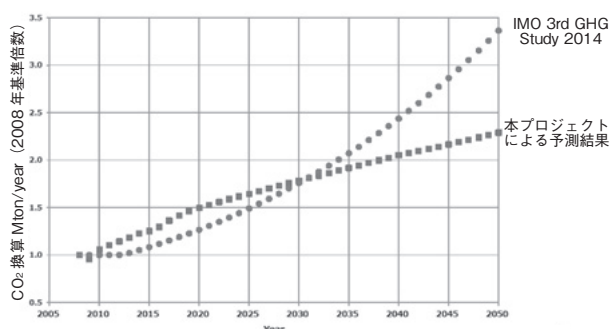


表-2 国際海運の GHG 排出削減対策を行わない場合の予測 (出典:国土交通省 HP)

フィット)を開始する必要がある。寿命がさらに長いと仮定すれば2030年頃から90%以上の効率改善を実現する船舶の投入を目指すべきである。

- ・採用する対策は、将来において国際海運のゼロエミッション実現を可能とする必要がある。

3) 燃料代替シナリオの策定

上記課題を踏まえ、ゼロエミッションを達成し得る代替燃料・技術の分析を行い、オプションを絞り込み、燃料代替シナリオを策定した。

代替燃料オプションは、代替燃料(水素、アンモニア、LNG、メタン、バイオ、メタノール他)の可否、省エネ技術(風力、太陽電池、空気潤滑他)の状況やその他の削減技術(2次電池、船上 CO₂ 回収)の状況及び2028年までに90%以上の効率改善を達成する可能性などであり、概ね可能性のあるものは考慮されている。

また、船舶の使用燃料の変化に関する想定を表-3、2050年の燃料代替シナリオを表-4の通り想定した。

その結果、カーボンリサイクルメタンへの移行シナリオと水素・アンモニア燃料拡大シナリオの2通りのシナリオが考えられた。(図-1、2)

4) ゼロエミッション船の実現に向けたロードマップ

ゼロエミッション船の実現に向けてのロードマップが図-3の通り示され、また究極のエコシップのイメージ図-4を作成した。併せて、研究開発及び実用化やIMOを含めた制度面の環境整備等のロードマップも策定している。

5) 新造船への代替を促す国際制度(既存船の燃費性能規制)

2030年までの短期対策に向け既存船への対策を検討している。

同対策は、2021年にMEPCで対応が合意されたので、後で内容を示す。

(4) 国際海運における GHG 削減戦略について 現状及び問題点

(化石燃料にかわる船舶燃料を中心に)

2018年 MEPC72 合意の GHG 削減戦略につい

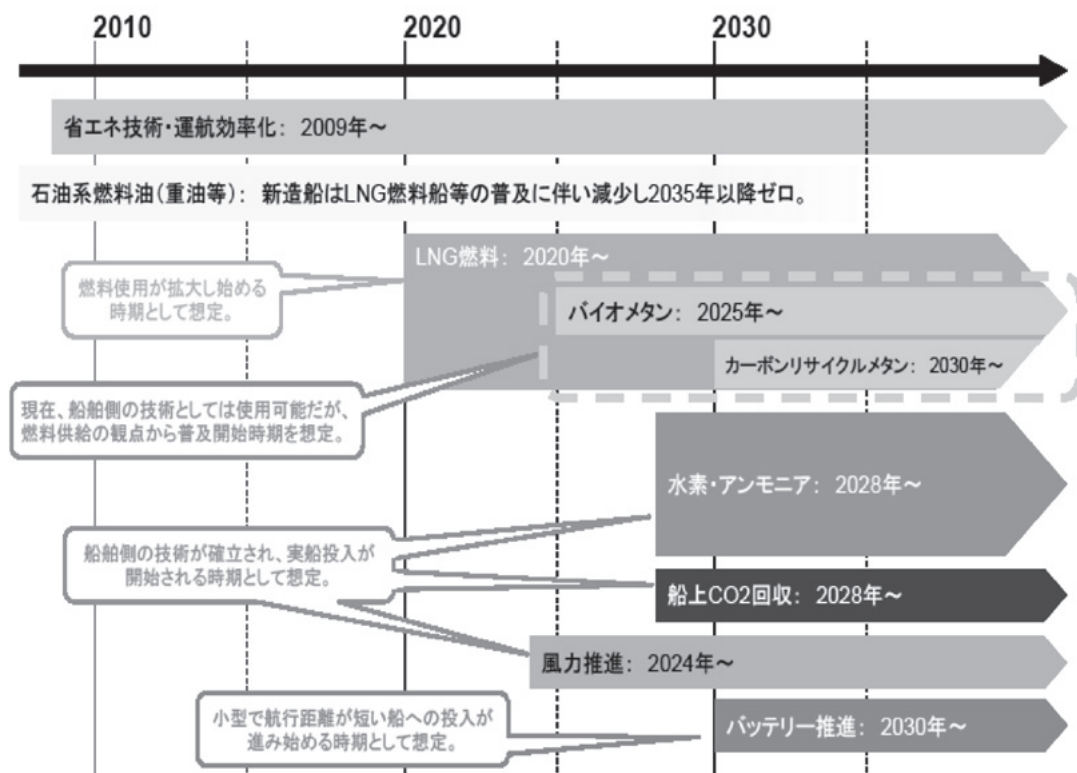


表-3 船舶の使用燃料の変化に関する想定（出典：国土交通省 HP）

LNG→カーボンリサイクルメタン移行シナリオ	水素・アンモニア燃料拡大シナリオ
省エネ技術・運航効率化 <ul style="list-style-type: none"> 2030年に国際海運全体の平均燃費40%改善を想定。 2050年に国際海運全体の平均燃費45%改善を想定(2030年から+5%の改善)。 	
石油系燃料油の使用 <ul style="list-style-type: none"> 2050年までに陸上において燃料としての原油需給が減少し、これに伴って船用重油の供給が減少すると想定。 石油系燃料油を使用する船舶の建造が減少し、2035年以降は全ての新造船がLNGその他の代替燃料を使用すると想定。 	
LNG燃料 <ul style="list-style-type: none"> 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約35%がLNGで賄われると想定。 	LNG燃料 <ul style="list-style-type: none"> 2050年時点で、国際海運で消費されるエネルギー約35%がLNGで賄われると想定。
カーボンリサイクルメタン・バイオメタン <ul style="list-style-type: none"> 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約40%がカーボンリサイクル/バイオメタンで賄われると想定。 	カーボンリサイクルメタン・バイオメタン <ul style="list-style-type: none"> 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約7%がカーボンリサイクル/バイオメタンで賄われると想定。
水素・アンモニア <ul style="list-style-type: none"> 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約10%が水素又はアンモニアで賄われると想定。 	水素・アンモニア <ul style="list-style-type: none"> 2050年時点で、国際海運の消費エネルギーの約45%が水素又はアンモニアで賄われると想定。
船上CO₂回収 <ul style="list-style-type: none"> 2050年時点でLNG燃料を使用する船舶の約20%が導入することを想定。 	船上CO₂回収 <ul style="list-style-type: none"> 2050年時点で、国際海運全体の約5%が導入すると想定。
風力推進・バッテリー <ul style="list-style-type: none"> 風力推進、バッテリーともに、2050年時点で、国際海運全体の約2%が導入すると想定。 	

表-4 削減シナリオにおける2050年の想定（出典：国土交通省 HP）

て現状を評価し今後検討すべき点問題点等を述べる。

- 1) IMO MEPC76 (2021年6月合意) 内容
 - ・ 短期的戦略について

世界の大型外航船への新たなCO₂排出規制「既存船燃費規制 (EEXI)・燃費実績 (CII) 格付け制度」の導入に合意し、その為の海洋汚染防止条約の改正案を採択した。

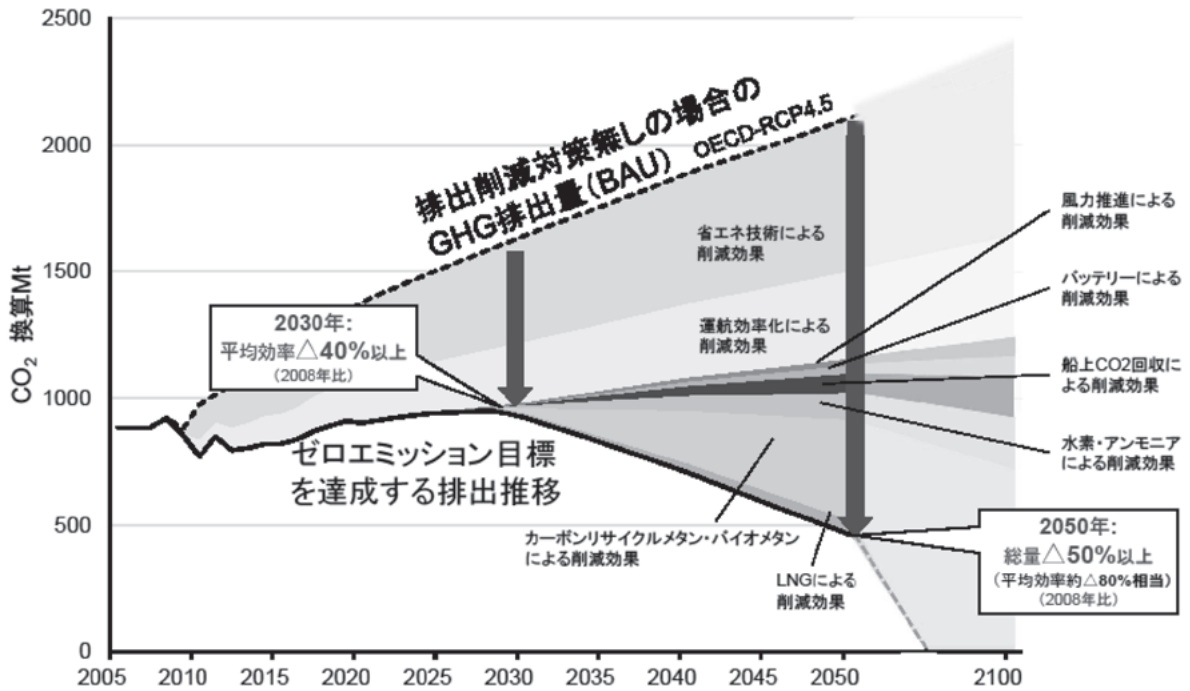


図-1 LNG→カーボンリサイクルメタン移行シナリオ (出典:国土交通省 HP)

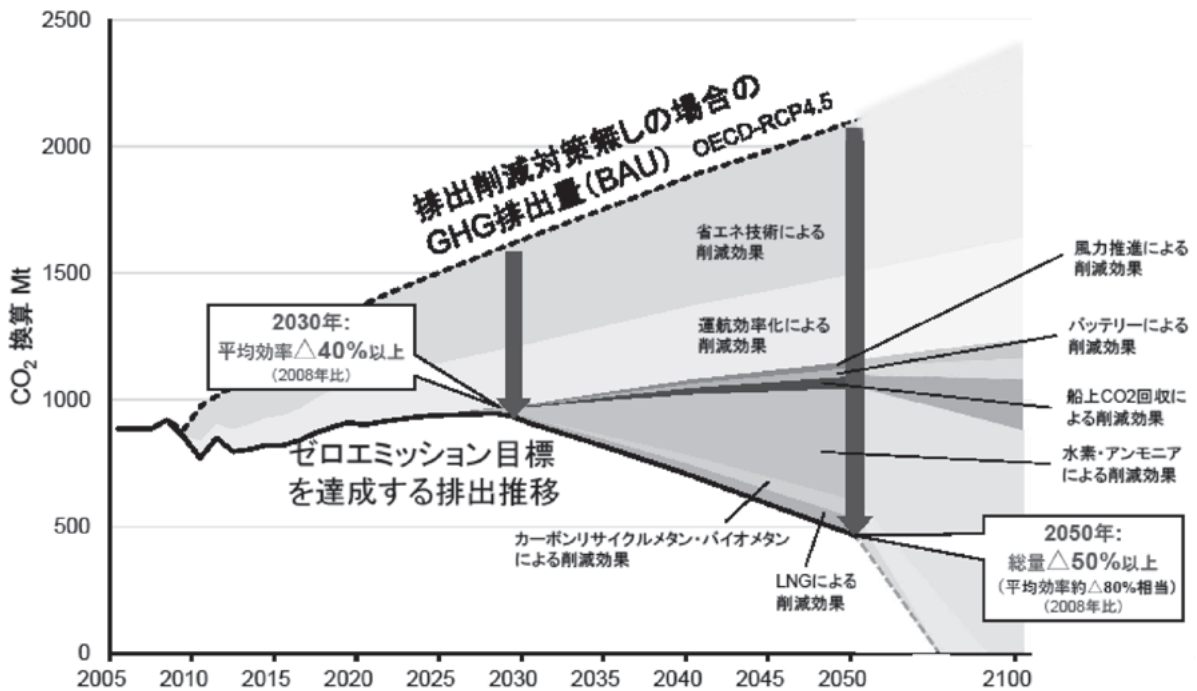


図-2 水素・アンモニア燃料拡大シナリオ (出典:国土交通省 HP)

規制開始は2023年1月1日です。2018年合意のMEPC72の対応であり、2030年迄の短期的戦略の達成を目指すものである。内容については技術的アプローチ(EEXI)や運航的アプローチ(CII)であり詳細については図-5参照願う。

- ・中長期的戦略について
中長期削減対策の為のワークプランを策定して、統一のスケジュールで円滑に議論を進めることで合意した。
- ・IMO 研究開発ファンド
MEPC75にて提案されていた低・脱炭素

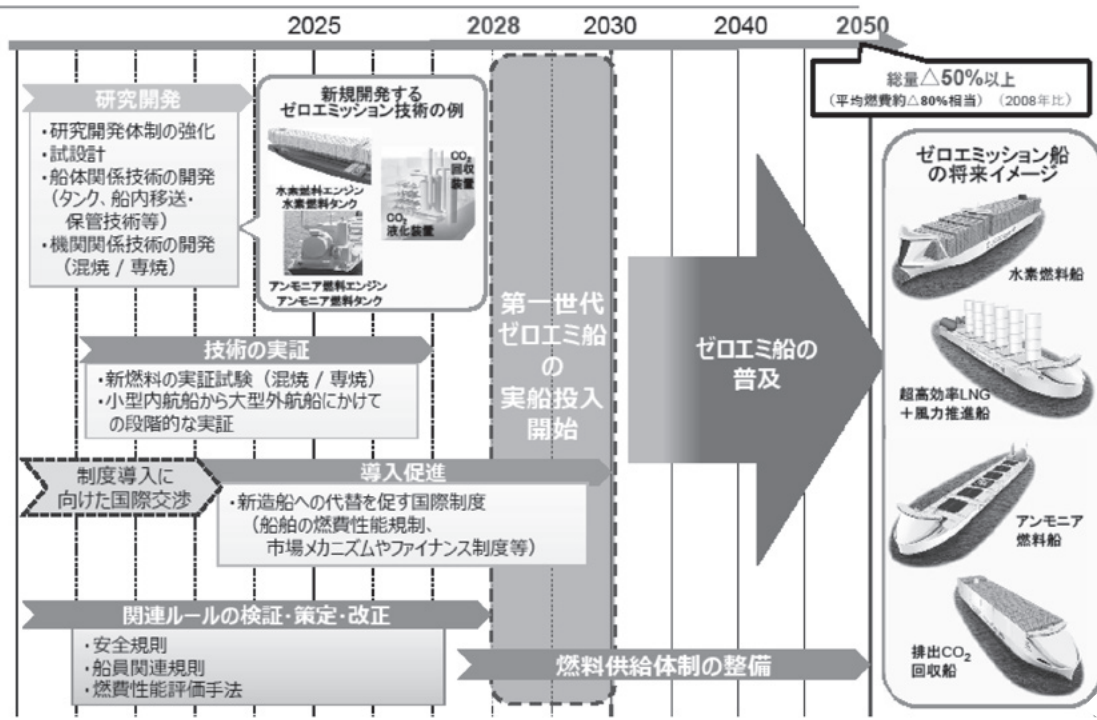


図-3 ゼロエミッション船の実現に向けてのロードマップ (出典:国土交通省 HP)

将来におけるGHGゼロエミッションの実現に向けて、「国際海運GHGゼロ・エミッションプロジェクト」では、検討の中で有望とされた各種の代替燃料やCO₂削減技術を使用した船舶のコンセプト設計を実施。あわせて、このコンセプト設計をベースとした、究極のエコシップ「ゼロエミッション船」のイメージを作成。

C-ZERO Japan H₂
 貴が国の陸上分野でも利用が広がっている水素燃料は、燃焼によるCO₂が発生しないクリーンな燃料です。

可燃性の高い水素に対応したエンジン
 極低温(-253℃)に耐える真空断熱構造の燃料タンク

全長	299.00 m
船幅	36.00 m
吃水	61.00 m
深さ	33.00 m
積込水素タンク	30,000 m ³
コンテナ積載	21,000 TEU
市場コンテナ積載	1,100 TEU
計画出力	22.5 knoels
総推進力	11,500 kW
主推進機出力	60,000 kW
発電機	500kW×3台

C-ZERO Japan LNG & Wind
 世界各国で導入が進んでいるLNG燃料は、現在主流の船舶用C重油に比べるとCO₂排出量を20%程度削減できます。低速設計や風力推進等の既存技術を更に組み合わせると、CO₂排出量の削減率を80%まで高めることが可能です。将来的には、カーボンサイクル燃料の導入によりゼロエミッションの達成も可能となります。

ハイブリッド型二重螺旋プロペラシステム
 LNGタンク
 風力推進装置

全長	267.00 m
船幅	27.00 m
吃水	42.00 m
深さ	26.00 m
積込LNG	182,000 m ³
計画出力	8.9 knoels
総推進力	41.5 MW
主推進機出力	1,700kW×2台

C-ZERO Japan NH₃
 アンモニアも、水素と同様に燃焼に際してはCO₂を発生しませんが、毒性など注意すべき課題はありますが、水素と比べると貯蔵が容易です。

可燃性のアンモニアに対応したエンジン

全長	233.00 m
船幅	22.50 m
吃水	32.00 m
深さ	20.10 m
積込アンモニア	81,000 tms
アンモニアタンク	1,550 m ³
計画出力	14.2 knoels
総推進力	6,900 kW
主推進機出力	600 kW×3台

C-ZERO Japan Capture
 排気ガスからCO₂を回収する技術は、陸上の発電所等では実用化は進んでいます。CO₂回収装置を船舶に搭載できるようにすれば、燃料を選ばずにCO₂排出ゼロの達成が可能となります。

CO₂回収装置

全長	299.00 m
船幅	36.00 m
吃水	61.00 m
深さ	33.00 m
コンテナ積載	21,000 TEU
メタンールタンク	13,200 m ³
CO ₂ タンク	6,400 m ³ ×2基
計画出力	21.8 knoels
総推進力	55,000 kW
主推進機出力	6,870 kW×5台

図-4 ゼロエミッション船 (出典:国土交通省 HP)

技術研究開発を促進する為のIMO 研究開発ファンド (IMRF) については、引き続きMEPC77で継続審議を行うこととなった。IMRFの詳細は図-6 参照願う。

2) 国連気候変動枠組条約機構 (パリ協定

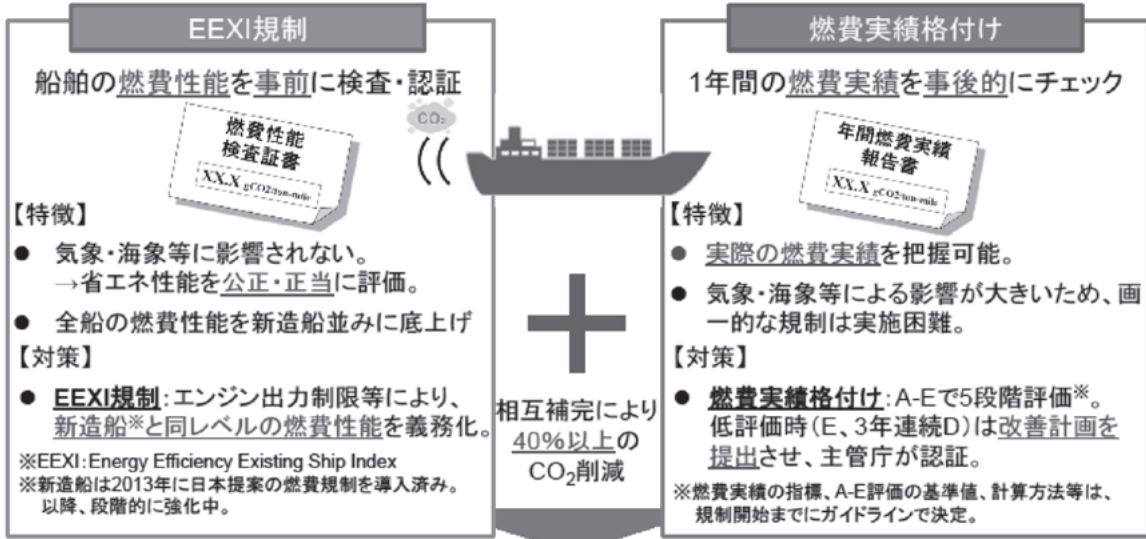
-COP) や EU 規制との関係

①各国のGHG 排出削減目標との差

2015年採択のパリ協定ではすべての国が温室ガス削減目標を「国が決定する貢献(NDC)」として5年毎に提出・更新する義務がある。多くの国は2050年ネットゼロ

- 既存船への燃費規制は初。既存船の燃費性能を事前に検査・認証し、毎年の実績を事後チェック。
- 性能の劣る既存船にペナルティ(出力制限や改造による燃費改善)を与え、新造代替を促進。

【共同提案国】 日本、韓国、中国、シンガポール、マレーシア、インド、イタリア、キプロス、クロアチア、スペイン、デンマーク、ドイツ、フランス、ノルウェー、UAE、ガーナ、ナイジェリア、カナダ、パハマ、国際海運会議所



昨年11月に海洋汚染防止条約改正案を承認。本年6月に採択へ
(その後、最短の場合には、2023年に発効の見込み)

図-5 既存船へのCO₂規制 (EEXI+ 燃料実績格付け (出典:国土交通省 HP))

(中国はCO₂の排出量を2060年ネットゼロ)を表明し、2030年迄の目標も表明している。我が国も、2020年菅総理大臣が2050年カーボンニュートラルを宣言し、21年4月の気候サミットで30年目標を2013年比

46%減とし、更に50%の高みに向け挑戦すると宣言した。

これに対し国連気候変動枠組条約のもと温暖化対策はIMOで実施するとなっている国際海運の目標は2018年合意の短中長期の目

提案概要

- 外航船舶に対し、燃料消費トン当たり2ドルの拠出(LNG等の低炭素燃料では減免)を義務付け。
- 当該資金を財源に、海運脱炭素化に必要なR&Dを支援する国際ファンド(IMRF:IMO Maritime Research Fund)を創設。造船・海運・船用事業者等による開発・実証事業を支援。

【共同提案国】 日本、シンガポール、デンマーク、スイス、ギリシャ、マルタ、ジョージア、リベリア、ナイジェリア、パラオ、国際海運9団体(ICS, BIMCO, CLIA, IMCA, INTERCARGO, INTERFERRY, INTERTANKO, IPTA, WSC)

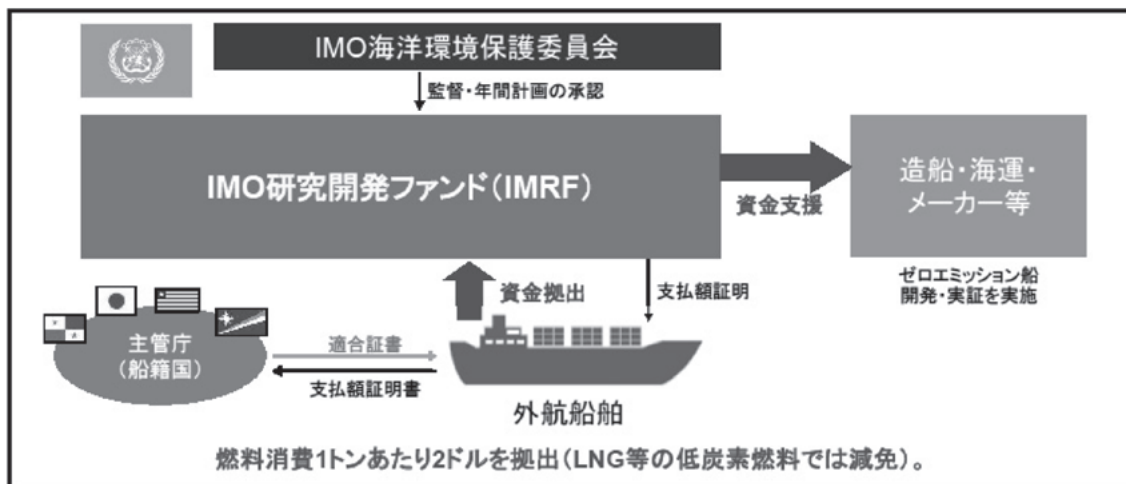


図-6 新たな国際制度:IMO 研究開発ファンド (IMRF) (出典:国土交通省 HP)

標であり、大きな差異がある。

今後この差異を如何に埋めていくか、また、その結果を各国に如何に理解を求めるか IMO 委員会の大きな役割となる。

② EU の GHG 排出規制について

EU は 2050 年までの GHG 排出の実質ゼロに向け 2030 年の目標として 1990 年比で最低 55% 削減を掲げている。この 30 年目標を実現する為、EU の政策執行機関である EC (欧州委員会) は 2021 年 7 月 14 日 EU 排出権取引制度 (EU-ETS) の対象を 2023 年から外航海運に拡大する制度案を発表した。また、併せて「Fuel EU Maritime」(EU 域内の港に発着する船舶に対し使用する燃料の GHG 強度に上限を設ける仕組み) も 2025 年から規制を開始することも発表した。同発表について、ICS (国際海運集会所) ほか国際海運団体から反対の声は上がっている。IMO は 23 年から全世界対象の GHG 短期対策を導入予定だが、EU 独自の規制の発表は国際海運の脱炭素化 (IMO 研究開発ファンド (IMRF) 他) に水を差しかねないと懸念の声が聞かれる。

3) 地球温暖化対策における邦船海運各社の対応

邦船各海運会社は ESG 経営を前面に出し様々な地球温暖化対策を実施している。多くの会社が次期燃料は LNG 燃料との認識であり、環境意識の高い自動車船を先導役として投資している。LNG 燃料では中長期対応は不足であり、次世代の燃料 (エネルギー) について CO₂ 排出ゼロのアンモニア・水素やバイオ燃料の研究に力を入れている。また、従来の装置が使えるメタネーション、電気推進及び CCS の研究も行い可能性を広げての対応となっている。さらに、省エネ装置である風力・太陽電池・空気潤滑ほか様々なものを研究し、積極的に採用することにより CO₂ 排出を少しでも抑えたい意向である。2020 年代にアンモニア燃料を想定したゼロエミッション船の運航開始を目指す等具体的対応を表明する会社もあり、積極的な対応が目立つ。また、アンモニア燃料を前提とした LNG 燃料船 (アンモニアレディ船) の設計開発プロ

ジェクトを開始した会社もある。各社は、地球温暖化対策をコストではなく、積極的に対応することによる企業価値の向上と捉えており、対応の継続性が伺える。

4) 化石燃料に代わる船舶燃料に係る検討点

温暖化対策を見据えた国際海運の燃料について、短期的には LNG を使用し、中長期的には CO₂ 排出ゼロのアンモニアや水素及びカーボンリサイクルメタンが有力であろう。それぞれについて、特徴は以下の通り。

① LNG 燃料

既に就航している船舶もあり、中長期的対応へのつなぎ的意味を含めた短期的対応として有力。CO₂ の排出も少なく、また NO_x、SO_x の排出もなく短期的対策としては充分である。一方、設備等は従来の重油炊きに比べ、初期投資費用は高く、また、熱量当たりの体積も重油の 1.65 倍近くありデメリットがある。CO₂ の排出もゼロでなく、燃焼時のメタンスリップは温暖化係数が 28 もあり中長期対応には力不足である。また、あくまでも化石燃料であり国際的な逆風もある。

②カーボンリサイクルメタン (合成メタン)

水素に回収した CO₂ を化合させてつくる合成メタンは理論的にはカーボンニュートラルな燃料であり、長期的対策燃料となる。実用化されている設備を使えて LNG 燃料船からの移行も問題ないが、合成メタンの価格を含めた流通地域及び量や機器のメタンスリップ対策が必要であろう。また、IPCC ガイドラインでは、カーボンニュートラルとする記載がないことも課題になる。2021 年に IMO の WG 内で「船舶燃料のライフサイクル評価」が協議されることになっており、科学的根拠を踏まえた結果が求められる。カーボンニュートラルではあるが、CO₂ は多く排出されておりこれに CCS を加えれば更に進んだシステムになる。

③アンモニア

船上での CO₂ 排出がゼロであり、現状で様々な用途で使用されておりなじみは深い。しかし、毒性があり、また専焼では燃焼性が悪く、大出力化にも開発課題は多い。特に NO_x 対応や亜酸化窒素 (N₂O) (温暖化係

数 265) 排出対策が今後の大きな課題となる。しかし、燃料体積は 2.72 倍で合成メタンよりは悪いが水素 (4.46 倍) より良く実現性はやや高い。邦船各社が LNG の次は当面アンモニアと考えているようでアンモニアを前提とした LNG 燃料船の開発を始めた会社もある。また、有望な水素キャリアでもあり、外国から日本へ水素を運ぶ場合の手段ともなる。

④水素

船上での CO₂ 排出がゼロであり、燃料電池船や小型の水素燃料混焼船で実績があり、また陸上ボイラ・ガスタービンでは実績がある。また、陸上では自動車を含め様々な用途が考えられており、有望なプロジェクトが多くある。一方、国際海運としては燃料体積が 4.46 倍であり、貯蔵安定性 (-253℃) の問題、価格を含めた流通地域・量の問題等解決すべき問題も多く、燃焼制御等の技術的課題もあり、今後状況を確認しながらの長期的課題となる。

(5) まとめ

国際海運における地球温暖化対応にかかわる将来の燃料について、2020 年 3 月の「国際海運 GHG ゼロエミッションプロジェクト」の提案について現状から考察した。

LNG 燃料からアンモニア燃料への変化が当面の方向性と思われる。将来、アンモニアも含めて水素や合成メタンも検討されると思われるが、船舶は一般的に 20 年以上の長寿

命であり、一旦採用すると簡単に変更は効かないことを考慮し将来を見据えた選択となる。また、上記はいずれも 2 次エネルギーであり、製造及び流通にどれだけの CO₂ を使うかも考慮すべきであろう。

技術は日々変化しており、あらゆる可能性を選択肢とし、世界中の動きを的確にまた正確に入手し、最適解を求めていく必要がある。ただその技術を動かす立場でのみ純粋に見るだけでなく、流通、価格、安全性をも考慮して将来を判断すべきであろう。さらに、温暖化対策は過渡期を含めて総 CO₂ 排出を抑える事が目的であり、燃料のみでなく風力、CCS 他様々な脱 CO₂ 機器も併せて検討すべきである。また、船舶単体のみでなく船舶運航システムとして考え、デジタルトランスフォーメーション (DX) 技術も大いに活用すべきであろう。

地球温暖化対策として、大気から直接 CO₂ を取る DAC (Direct Air Capture) が注目を集めている。コスト上問題はがあるが、単独で温暖化問題を解決する力を持っており、従来の対策の問題点であるコスト、緊急性及び社会への影響を緩和できる可能性があり温暖化対策根本から変える可能性を秘めており、研究の推移に注視していきたい。

(掛谷 茂)